Ueber den Phillipsit

und seine

Beziehungen zum Harmotom und Desmin.

Inauguraldissertation

der

mathematischen und naturwissenschaftlichen Facultät

der

Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg

zur Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Theodor Wilhelm Fresenius

aus

Wiesbaden.

Leipzig,

Wilhelm Engelmann.

1878.

(Separatabdruck aus der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie.
Bd. 3. S. 42—72.)

Vorwort.

Nachstehende Untersuchung unternahm ich auf Veranlassung meines verehrten Lehrers Herrn Professor Dr. Groth und führte sie grossentheils im mineralogischen Institut der Universität Strassburg aus. Ich sage demselben für die Aufmerksamkeit, mit welcher er meine Arbeit verfolgte und den Rath, den er mir während derselben zu Theil werden liess, meinen besten Dank.

Auch den Herren Professor Dr. Knop, Professor Dr. Streng und Dr. Niess, die mir durch gütige Ueberlassung des von ihnen gesammelten Materials die Ausführung der Analysen ermöglichten, bin ich zu grössten Danke verpflichtet.

I.

Krystallographischer Theil.

Bekanntlich hat Des Cloizeaux zuerst die monosymmetrische Natur des Harmotoms auf optischem Wege nachgewiesen und die früher als einfache Combinationen zweier Pinakoide und einer rhombischen Pyramide aufgefassten Krystalle als Durchwachsungszwillinge der Combination ∞P, oP, $\infty \breve{P} \infty = (110)(001)(010)$ erklärt.

Aus den Messungen, die der stark gestreiften Flächen halber nur ziemlich ungenau sein können, berechnet Des Cloizeaux das Axenverhältniss des Harmotoms zu:

$$a : b : c := 0{,}7031 : 1 : 1{,}2310$$
$$\beta = 55^0\ 10'.$$

Gegen den dabei benutzten Fundamentalwerth $\breve{P}\infty$ zu $oP = 90^0$ lässt sich jedoch einwenden, dass die Fläche $\breve{P}\infty$ noch nie beobachtet ist und durch das erste Zwillingsgesetz keineswegs verlangt wird. Dasselbe ist schon vollkommen erklärt durch Annahme der Basis als Zwillingsebene. Bei vollständiger Durchwachsung müssen natürlich die beiden Krystalle auch symmetrisch zu der darauf senkrechten Fläche stehen, dieselbe muss deshalb noch keineswegs krystallonomisch möglich sein. Besser hätte er wohl das Klinodoma, das mit der Basis nahezu 45^0 bildet, zu Grunde gelegt.

In allerneuester Zeit hat Baumhauer*) die monokline Natur des Harmotoms als noch nicht unbedingt bewiesen bezeichnet, da er Spannungserscheinungen an diesem Minerale beobachtet hat, die er aus der complicirten Structur erklärt und möglicherweise für die Ursache hält, dass

*) Zeitschr. f. Kryst. u. Min. **2**, 113.

Des Cloizeaux die allerdings nur geringen Abweichungen vom rhombischen System gefunden hat.

Ich habe darauf hin, wie es Baumhauer angibt, einen Vierling von Andreasberg senkrecht zu den Symmetrieebenen geschliffen und seine Angaben vollständig bestätigt gefunden. *)

Im weissen Licht erscheint die Platte zwischen gekreuzten Nicols in mehrere verschieden (roth und grün) gefärbte, unregelmässig begrenzte Sectoren getheilt. Bei Anwendung von homogenem Lichte unterscheidet man dieselben Sectoren, die sich dadurch erkennen lassen, dass sie zwischen gekreuzten Nicols nicht gleichzeitig dunkel werden. Die grösste Differenz, die ich zwischen der Dunkelstellung zweier Sectoren fand, betrug etwa 7°. Von da bis zu 0° fand sich eine ganze Reihe von Werthen; so wich am Rande, wo die Störungen geringer sein müssen, die Auslöschungsrichtung kaum von der Kante ab; ich fand z. B. 0° 10′ und 0° 34′.

Für das Vorhandensein dieser Spannungserscheinungen, selbst in den viel einfacher verwachsenen Morveniten, spricht auch die Angabe Des Cloizeaux's, dass die Grösse des optischen Axenwinkels stark mit der Platte variire.

Auch ich fand im Morvenit, aus dem ich eine Platte nach der Symmetrieebene schliff, derartige Spannungserscheinungen und zwar in einem Maasse, dass meine Bestimmungen der Schwingungsrichtung des Lichtes zwischen Grenzen schwanken, die so gross sind, als die Differenzen der ersten und zweiten Angaben Des Cloizeaux's.

Ich erhielt nämlich an verschiedenen Stellen der Platte für Natriumlicht als Winkel der Schwingungsrichtungen in zwei Zwillingslamellen:

39° 57′. 36° 41′. 34° 57′. 34° 40.

Dies ergibt für den von Des Cloizeaux früher zu 27° 35′, jetzt zu 25° 5′ resp. 25° 42′ (für blau und roth) gefundenen Winkel der optischen Axenebene mit einer Normalen zur Basis:

25° 1′. 26° 39. 27° 31′. 27° 40′.

Des Cloizeaux hat aber den früher angegebenen Winkel nicht gemessen, sondern nur aus dem optischen Axenbild geschlossen, dagegen

---

*) Wenn man deshalb auch die monokline Natur des Harmotoms bezweifeln könnte, so wird man doch nie zu der holoëdrisch-rhombischen Naumann'schen Stellung zurückkehren können, da man den Winkel von circa 60°, den die optische Axenebene mit dem Naumann'schen Brachypinakoid bildet, doch nicht auf Spannungserscheinungen zurückführen kann. Man muss also unter allen Umständen die kreuzförmigen Krystalle als Vierlinge auffassen und hat nur die Wahl, ob man als einfachen Krystall einen monosymmetrischen oder einen rhombisch hemiëdrischen annehmen will. Die letzte Auffassung hat aber in jeder Hinsicht etwas so Gezwungenes, dass man sie, so lange sich noch irgend eine andere Erklärung finden lässt, wohl kaum annehmen wird.

sind die neueren Werthe Mittel aus einer grossen Anzahl sorgfältiger Bestimmungen, deren Richtigkeit kaum bezweifelt werden kann, denn die durch Spannungserscheinungen hervorgebrachten Fehler müssten sich ja auf beide Seiten gleich vertheilen.

Wegen der grossen Aehnlichkeit der Krystalle des Phillipsits mit denen des Harmotoms fasste man schon früher mehrfach beide Mineralien als isomorph auf*).

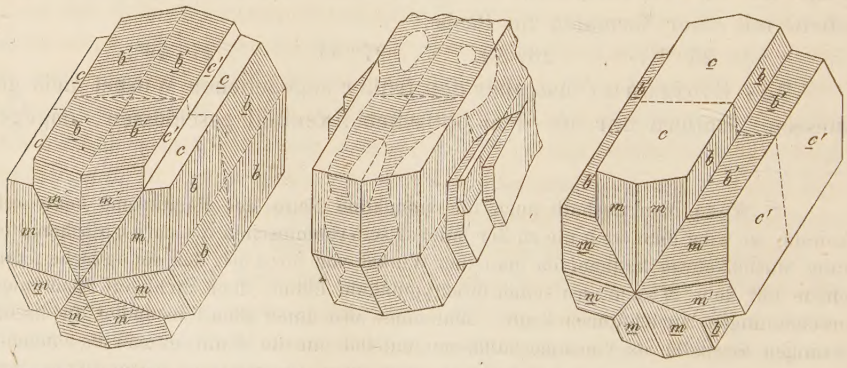
Eine dem entsprechende monosymmetrische Aufstellung hat zuerst Groth**) angegeben, indem er das Naumann'sche Makropinakoïd zur Basis, das Brachypinakoïd zur Symmetrieebene nahm und aus den Messungen Marignac's ein dem Harmotom nahestehendes Axenverhältniss berechnete.

Späterhin hat Streng***), gestützt auf die Federstreifung, die er auf dem (Naumann'schen) Makropinakoïde mancher Phillipsite fand, diese Fläche zur Symmetrieebene, das Brachypinakoïd zur Basis genommen. Auch so erhält man krystallographische Constanten, die denen des Harmotoms sehr ähnlich sind.

Ein directer Beweis für das monokline System konnte aber nur durch optische Untersuchungen geführt werden und dabei musste sich auch gleichzeitig herausstellen, welche von den beiden möglichen Aufstellungen der Wirklichkeit entspricht.

Wie aus meinen unten angeführten Beobachtungen hervorgeht, ist die Streng'sche Auffassung die richtige; nach derselben müssen die Krystalle in der Art gestellt werden, wie es die Figuren zeigen.

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.



*) Gustav Rose, krystallochemisches Mineralsystem Anm. 61. S. 104.
**) Tabellarische Uebersicht der einfachen Mineralien S. 62 und 104.
***) Leonhard's Jahrbuch für Mineralogie **1875**, S. 585.

Vom Phillipsit sind einfache Krystalle oder Zwillinge nur nach der Basis nicht bekannt; die einfachste Verwachsung, in der er sich findet, sind Vierlingskrystalle, die manchmal genau in der gewöhnlichen Harmotomform Fig. 1 ausgebildet sind. Häufiger jedoch tritt diese Combination beim Phillipsit in der Weise auf, wie es Fig. 2 andeutet, d. h. ganz ohne einspringende Kanten. Da hierbei die Zwillingsgrenzen stets sehr unregelmässig verlaufen, so fällt oft die federförmig gestreifte Symmetrieebene des einen Zwillings (nach dem ersten Gesetz) mit der horizontal gestreiften Basis*) des anderen in eine Ebene. Man erkennt beide Arten von Streifung leicht und deutlich an den ziemlich grossen Krystallen vom Stempel bei Marburg, die ich jedoch, weil sie trübe sind, nicht analysirte und, weil sie keine einspringenden Winkel zeigen, nicht zu optischen Untersuchungen benutzte.

Auch an den kleinern Krystallen von der Limburg bei Saspach im Kaiserstuhl, von Aci Castello in Sicilien und von Annerode bei Giessen, die alle die Ausbildung Fig. 2 zeigen, sieht man stets diese Streifungen und die Zwillingsgrenzen, wenigstens vor dem Goniometer oder unter dem Mikroskop im polarisirten Lichte.

Die Figur 3 entspricht den von Streng beschriebenen Krystallen von Nidda in Hessen, dem Phillipsit von Sirgwitz in Schlesien und von Richmond in Victoria, bei welchen die einfachen Krystalle nach der Symmetrieebene tafelartig ausgebildet sind. In Folge davon liegen die Basisflächen nach aussen, die federförmig gestreiften Symmetrieebenen sind nur in den einspringenden Kanten sichtbar, die Spitze der Federstreifung auf den Prismenflächen ist nach der Mitte hin gerichtet.

Bei allen Phillipsiten findet man die auf Fig. 2 angedeutete Neigung sich nicht völlig parallel aneinander zu lagern, was bis zu vollkommen kugligen Aggregaten gehen kann, wie bei den Krystallen von Aci Castello und z. Th. bei denen von der Limburg im Kaiserstuhl. Stets aber erscheinen die Krystalle faserig oder mindestens am aufgewachsenen Ende dünner.

Dieser Umstand, verbunden mit der Federstreifung, macht es fast unmöglich bei den Winkelmessungen genaue Resultate zu erhalten. In der That differiren auch die bisher veröffentlichten Beobachtungen ziemlich beträchtlich; allein aus allen lassen sich doch Axenverhältnisse berechnen, die immerhin noch ziemlich gut mit dem des Harmotoms übereinstimmen.

So erhält man, wenn man noch den Winkel von der Basis zum Klinodoma = 45° hinzunimmt, aus folgenden Messungen:

	nach Levy,	nach Marignac,	nach Miller.
$m : m$	= 62° 30′	59° 54′	60° 42′
$m : c$	61° 45′	60° 40′	60° 21′

*) Auf den Figuren ist die horizontale Streifung der Basis der Uebersichtlichkeit halber weggelassen.

die Werthe:

	nach Levy,	nach Marignac,	nach Miller.
β	$= 56^0\ 23'$	$55^0\ 34'$	$55^0\ 1'$

(für Harmotom ist $\beta = 55^0\ 10'$.)

$a : b : c =$

nach Levy	0,7282 : 1 : 1,2009
nach Marignac	0,6991 : 1 : 1,2124
nach Miller	0,7146 : 1 : 1,2205
(Harmotom	0,7031 : 1 : 1,2310).

Dieser Berechnung habe ich den Winkel von Basis zu Klinodoma gleich 45^0 zu Grunde gelegt, obgleich ich mich durch genau übereinstimmende Messungen*) an 3 Niddaer Krystallen davon überzeugte, dass er um $10'$ davon abweicht. Denn da man nicht entscheiden kann, welche der beiden diagonalen Verwachsungsflächen die wirkliche Zwillingsebene ist, so muss es zunächst noch fraglich bleiben, ob die obere Kante des Doma's $89^0\ 40'$ oder $90^0\ 20'$ beträgt. Bei der grossen Differenz der anderen Winkel ist übrigens dieser kleine Unterschied auch ganz ohne Einfluss.

Zur eigentlichen optischen Untersuchung wählte ich, wie bereits angedeutet, den Phillipsit von Nidda, da dessen Krystalle ziemlich gross und klar sind und tief einspringende Rinnen zeigen, so dass man leicht Theile erhalten kann, die nur Zwillinge nach dem ersten Gesetz sind. Die hierzu verwandten Krystalle sind z. Th. aus der Strassburger Universitätsmineraliensammlung entnommen, theils sind sie aus dem Material ausgesucht worden, welches mir Herr Professor Dr. Streng zum Zweck der chemischen Analyse gütigst übersandt hatte.

An den hieraus hergestellten Platten beobachtete ich folgendes:

1) Von einem Vierling wurden drei Viertel weggeschliffen, so dass nur noch ein Kreuzarm übrig blieb. Dieser zeigte sich in seiner optischen Orientirung ganz einheitlich (frei von Spannungserscheinungen).

Wenn man die Platte mit der cFläche auflegte, so trat unter dem Mikroskop zwischen gekreuzten Nicols das Maximum der Dunkelheit ein, wenn die Kante mit b der Schwingungsrichtung eines Nicols parallel war. Meine Messungen ergaben im Mittel eine Abweichung von $10'$, es fällt dieselbe jedoch in die Grenzen des möglichen Ablesungsfehlers.

2) Ich schliff sodann mehrere Platten nach b, so dass zwei Arme des Kreuzes wegfielen und nur der mittlere Theil und der Rand stehen blieben. Hierbei fand ich — unter dem Mikroskop bei homogenem Lichte und gekreuzten Nicols — fast immer Spannungserscheinungen, ähnlich den oben beim Harmotom erwähnten, wenn auch viel schwächer.

---

*) In dieser Zone fallen die oben angegebenen Fehlerquellen weg.

Die Auslöschungsrichtung war demnach nicht ganz genau einstellbar und auch an verschiedenen Stellen etwas abweichend.

Ich fand den Winkel zwischen den optischen Axenebenen zweier Zwillingslamellen für Natriumlicht an verschiedenen Punkten der Platte *a* zu:

$20^0\,58'$, $22^0\,2'$, $21^0\,15'$, $21^0\,0'$;

in einer Platte *b* fand ich:

$23^0\,52'$, $23^0\,56'$, $24^0\,34'$.

Für Lithiumlicht erhielt ich bei *a*:

$17^0\,57'$, $20^0\,49'$, $21^0\,54'$;

bei *b*: $23^0\,19'$.

Die letzte Messung ist genau an derselben Stelle gemacht, die für Natriumlicht $24^0\,34'$ ergab. Die Differenz für beide Lichtarten ist also $1^0\,15'$. In einer anderen Platte, welche, soweit sie erhalten war, nur einem einfachen Krystall angehörte, und deren Ränder etwas abgeschliffen waren, so dass sie mir keine absoluten, sondern nur relative Messungen erlaubte, fand ich diese Dispersion $= 1^0\,1'$. Ich führe dies Resultat deshalb mit hier auf, weil die betreffende Platte völlig frei von Spannungserscheinungen war.

3) An einem wie in 1 erhaltenen Kreuzarm wurden noch zwei Flächen senkrecht zu *b* und *c* angeschliffen und durch diese der spitze ($2H_a = 94^0$), durch die Flächen *b* der stumpfe optische Axenwinkel ($2H_0 = 130^0$) in Oel approximativ bestimmt; der wahre Axenwinkel ergab sich daraus zu ungefähr 64^0.

Aus vorstehenden Messungen geht hervor, dass die optische Axenebene zwar auf der Fläche *b* senkrecht steht, aber nicht mit *c* zusammenfällt, sondern dagegen um etwa 10^0 geneigt ist, und zwar für Gelb stärker als für Roth.

Demnach ist der Phillipsit monosymmetrisch und zwar muss er in der von Streng vorgeschlagenen Weise gestellt werden. Dann ist also *b* die Symmetrieebene und in derselben liegt die erste Mittellinie.

Nachdem ich diese krystallographischen Untersuchungen schon völlig abgeschlossen und auch den chemischen Theil der Arbeit fast vollendet hatte, erschien die Abhandlung Trippke's »Beiträge zur Kenntniss der schlesischen Basalte und ihrer Mineralien«*). Durch die darin angegebene optische Untersuchung des Phillipsits von Sirgwitz kommt der Verfasser im Wesentlichen zu ganz denselben Resultaten, wie ich, nur findet er den Winkel zwischen der optischen Axenebene und der Basis etwa doppelt so gross, als ich ihn gemessen habe.

Dass bei diesem Mineral grosse Schwankungen in der Lage der opti-

*) Inauguraldissertation, Breslau; auch Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft 1878 und Neues Jahrbuch für Mineralogie 1878. I. Ausz. Zeitschr. f. Kryst. u. Min. **3**, 93.

schen Axenebene vorkommen, wird auch noch dadurch bestätigt, dass von Lasaulx*) dieselbe beim Desmin noch weit weniger gegen die Basis geneigt fand, denn, wie am Schluss gezeigt werden wird, ist der Desmin im Wesentlichen identisch mit dem Phillipsit. Ob sich ein Zusammenhang zwischen diesen Schwankungen und denen der chemischen Zusammensetzung finden lässt, kann man bis jetzt noch nicht entscheiden.

Trippke hat bei seinen Schliffen ausser den von mir angegebenen Theilen noch solche Sectoren beobachtet, die sich durch die Annahme, die kreuzförmigen Krystalle seien nur Vierlinge, nicht erklären lassen, deshalb deutet er sie als Theile von zwei anderen Vierlingen, die mit dem Hauptkrystall nach dem Prisma verwachsen seien. Ich habe nie so regelmässige Theile in meinen Schliffen erkennen können, dass ich auch beim Niddaer Phillipsit eine derartige Zwölflingsverwachsung annehmen dürfte. Ich möchte jedoch nicht unerwähnt lassen, dass eine unverkennbare Analogie herrscht zwischen den Erscheinungen am Harmotom, die Baumhauer durch Spannung erklärt, und den von Trippke beschriebenem Aussehen seiner Schliffe senkrecht zur Längsrichtung des Vierlingskrystalls. Möglicherweise ergiebt sich bei weiterer Untersuchung der Sache, dass man in beiden Fällen die gleichen Verhältnisse hat.

Insofern stimmen wenigstens alle Untersuchungen überein, dass man für den Phillipsit die Streng'sche monokline Stellung annehmen muss; hierdurch wird er in krystallographischer Beziehung vollkommen isomorph mit dem Harmotom und dem Desmin.

II.

Chemischer Theil.

Nach den Untersuchungen des ersten Theiles liegt kein krystallographischer Grund mehr vor, welcher verhindert, den Phillipsit als isomorph mit dem Harmotom zu betrachten, es ist nun die Frage, ob auch in chemischer Hinsicht ein solcher nicht vorhanden sei.

Die vielfachen Analysen von Phillipsit, die früher ausgeführt wurden, um dies zu entscheiden, zeigen aber keine genügende Uebereinstimmung unter einander, um daraus mit Sicherheit eine Formel berechnen zu können, noch weniger aber stimmen die Werthe auf eine dem Harmotom analoge Zusammensetzung.

Trotzdem hat es nie an Stimmen gefehlt, die den Isomorphismus der beiden Kreuzsteine aufrecht zu erhalten suchten. Den Analysen warf man vor, dass sie zum Theil nicht mit reinem und unverwittertem Materiale

*) Zeitschr. f. Kryst. u. Min. **2**, 579.

ausgeführt seien, und bezweifelte auch namentlich bei den älteren die Zuverlässigkeit der Methoden. Man erwartete, dass eine erneute Untersuchung eine dem Harmotom analoge Formel ergeben werde.

In dem folgenden, hauptsächlichsten Theil dieser Arbeit habe ich es versucht, durch Untersuchung von möglichst reinem Material von verschiedenen Fundorten, diese Frage zu lösen.

A. Methode der Analysen.

Das zu untersuchende Material wurde stets mit grosser Sorgfalt durch mechanisches Ablösen und Aussuchen von allen fremden Gesteinstheilen möglichst vollständig befreit, hierauf — da ich im Laufe der Arbeit bemerkte, dass man namentlich Carbonate dennoch leicht übersehen kann — auf einen Gehalt an solchen geprüft und, wenn nöthig, mit Essigsäure ausgezogen.

Von diesen ganz reinen Krystallen bestimmte ich zunächst mit Hülfe eines kleinen Pyknometers das specifische Gewicht, dann zerrieb ich dieselben zu feinem Pulver. Ein Theilchen hiervon übergoss ich mit heisser Salzsäure, um mich nochmals von der Abwesenheit kohlensaurer Salze zu überzeugen, dampfte dann auf dem Wasserbade zur Trockne und prüfte spectralanalytisch. Den grössten Theil des Pulvers verwandte ich zur eigentlichen Analyse, einen kleineren zur Wasserbestimmung.

Bei der Wahl der Trennungs- und Bestimmungsmethoden richtete ich mein Augenmerk hauptsächlich darauf, die Isolirung der einzelnen Bestandtheile mit möglichst kleinen Reagentienmengen zu bewirken, denn selbst bei aller Sorgfalt*) lassen sich die letzteren nicht so rein erhalten, dass nicht durch Anwendung in grossem Ueberschuss immerhin merkliche Quantitäten von Verunreinigungen zugeführt werden. Ich zog es daher vor, lieber auch nicht ganz reine Niederschläge zu wägen und dann die kleinen Beimengungen zurückzubestimmen, als in der Hauptportion, in der ich zuletzt noch die Alkalien bestimmen und trennen wollte, eine unnöthige Menge von Reagentien anzuhäufen.

Von diesem Gesichtspunkte aus wird man die kleinen Abweichungen

*) Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass ich alle zur Anwendung kommenden Substanzen sorgfältig auf ihre Reinheit prüfte und eben hierbei überzeugte ich mich, wie schwer dieselben strengeren Anforderungen genügen. So konnte ich z. B. nur durch Umkrystallisiren ein Platinchlorid erhalten, das nach dem Reduciren an Salzsäure nichts Wägbares mehr abgab. — Wo mir die Reindarstellung gar nicht möglich war, bestimmte ich die Verunreinigungen und arbeitete mit gewogenen Mengen, so musste ich z. B. den beim Verdampfen bleibenden Rückstand meines Fluorammoniums ermitteln.

des von mir gewählten Analysenganges von dem gewöhnlichen erklärlich finden; ich verfuhr nämlich folgendermaassen *).

Die Substanz wurde bei 100° getrocknet, gewogen, in einer grossen Platinschale mit Salzsäure übergossen und auf dem Wasserbade völlig zur Trockne verdampft, dann wurde noch zweimal Wasser zugesetzt und wieder zur Trockne gebracht.

Nun setzte ich Salzsäure zu, verdünnte, filtrirte die Kieselsäure **) (1) ab und wog sie.

Die Kieselsäure wurde, um ihre Reinheit zu constatiren, mit Fluorammonium und Schwefelsäure verflüchtigt. Nur in einem Falle wandte ich statt dessen die Behandlung mit einer heissen Lösung von kohlensaurem Natron an. (S. Phillipsit von der Limburg im Kaiserstuhl.) Eine irgend erhebliche Verunreinigung war niemals vorhanden.

Die von der Kieselsäure (1) abfiltrirte Flüssigkeit wurde in einer grossen Platinschale concentrirt, mit Ammon bis zum Vorwalten versetzt und längere Zeit auf dem Wasserbade erwärmt. Die noch eben ammoniakalische Flüssigkeit wurde decantirt und filtrirt. Das Filtrat ergab beim starken Eindampfen in einer Platinschale stets nochmals eine geringe Thonerdeausscheidung, die auf einem besonderen Filterchen gesammelt und mit dem Hauptniederschlage vereinigt wurde.

Diese, noch unreine Thonerde (2) wurde geglüht und gewogen, darauf wieder durch 2 bis 3maliges Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali aufgeschlossen und mit Wasser und etwas Salzsäure gelöst. Der Rest, welcher hierbei zurückblieb, war fast immer reine Kieselsäure (3), nur einmal verflüchtigte sich nicht Alles mit Fluorammonium und Schwefelsäure. Ich schloss den Rückstand mit kohlensaurem Natron auf und erhielt aus dem in Wasser unlöslichen Theil der Schmelze mit Schwefelsäure eine kleine Barytfällung (4). Das von der Kieselsäure (3) getrennte Filtrat wurde in einer Platinschale stark concentrirt und mit reinem Aetzkali im Ueberschuss versetzt. Nun wurde einige Zeit unter Umrühren zum Sieden erhitzt, auch noch etwas kohlensaures Natron zugefügt und nach kurzem Stehen filtrirt. Der Niederschlag (5) enthielt alles Eisen, die von der Thonerde bei der Ammonfällung mit niedergerissenen kleinen Mengen von Kalk und Magnesia und ein wenig Thonerde. Er wurde in Salzsäure gelöst und mit Ammon Eisen und Thonerde (6) gefällt; diesen Niederschlag löste ich wieder in

---

*) Zur Erleichterung der Uebersicht habe ich die einzelnen Niederschläge fortlaufend numerirt.

**) Die Kieselsäure schied sich nur bei dem Phillipsit von Aci Castello gelatinös, sonst pulverig ab. Woher dieser Unterschied kommt, ist bis jetzt noch unerklärt, keinenfalls aber darf man, wie es vielfach geschieht, das Gelatiniren, welches Gmelin zuerst am Phillipsit vom Stempel bei Marburg beobachtete (Leonhard, Zeitschr. für Mineralogie, 19 I. 1.), als eine allen Phillipsiten zukommende Eigenschaft betrachten.

Salzsäure, fügte Weinsäure und überschüssiges Ammon zu und fällte mit Schwefelammonium das Eisen (7) aus, das ich als Oxyd wog.

Das Filtrat der kleinen Ammonfällung (6) wurde mit oxalsaurem Ammon versetzt und der kleine Kalkniederschlag als Aetzkalk (8) bestimmt. Das Filtrat dampfte ich in einer Platinschale völlig zur Trockne ein, glühte die Ammonsalze weg, löste den Rückstand wieder, fällte dann mit phosphorsaurem Natron-Ammon und Ammon, löste zur Trennung von mit niedergefallener phosphorsaurer Thonerde in Essigsäure, filtrirte und fällte mit Ammon und phosphorsaurem Natron-Ammon die Magnesia aus und wog als pyrophosphorsaure Magnesia (9).

Die in 3, 4, 7, 8 und 9 bestimmten Körper wurden als Oxyde von der rohen Thonerde (2) abgezogen und den betreffenden Hauptmengen zugezählt; den Rest brachte ich als reine Thonerde in Rechnung. Eine directe Bestimmung der Thonerde unternahm ich nicht, weil sie trotz ihrer Einfachheit keine grössere Genauigkeit und Controle geboten haben würde, denn die Reagentien, namentlich Kali und Ammoniak, führen ja doch sicher eine recht merkliche Thonerdemenge zu.

Aus der von der ersten Ammonfällung (2) abfiltrirten Hauptflüssigkeit wurde mit oxalsaurem Ammon unter Zusatz von etwas kohlensaurem Ammon der Kalk nebst kleinen Baryt- und Strontianmengen ausgefällt und als Aetzkalk (10) gewogen. Ein kleines Theilchen hiervon prüfte ich spectralanalytisch auf Baryum und Strontium. Waren beide vorhanden, so nahm ich den Niederschlag mit wenig Salzsäure auf und versetzte diese Lösung mit schwefelsaurem Ammon, um den Kalk zu entfernen. War nur Baryum (11) zu erkennen, so fällte ich aus der verdünnten salzsauren Lösung dasselbe direct mit Schwefelsäure.

Das Filtrat von (10) wurde eingedampft, die Ammonsalze durch Glühen entfernt, der Rückstand in ganz verdünnter Salzsäure gelöst, ziemlich stark concentrirt und mit Ammon noch eine ganz kleine Thonerdemenge (12) ausgefällt.

Die hiervon abfiltrirte Flüssigkeit dampfte ich ein und wog die rohen Chloralkalien (13). Dann löste ich sie wieder und setzte Platinchlorid zu, dampfte auf dem Wasserbade fast völlig ein, versetzte mit Weingeist, und trennte so Kalium und Natrium. Das Kaliumplatinchlorid wurde in einer Platinschale bei 130° getrocknet und gewogen (14). Das alkoholische Filtrat wurde eingedampft und im Wasserstoffstrome gelinde geglüht, der Rückstand mit verdünnter Salzsäure ausgelaugt und die Lösung zur Trockne verdampft. Ich erhielt so das rohe Chlornatrium (15). Dieses wurde nach dem Wägen wieder in verdünnter Salzsäure gelöst und daraus mit Schwefelsäure eventuell noch etwas Baryt gefällt (16). Aus dem Filtrat schlug oxalsaures Ammon manchmal noch eine Spur Kalk (17) nieder und in der davon getrennten Flüssigkeit bestimmte ich nach dem Eindampfen, Ver-

jagen der Ammonsalze und Wiederauflösen die stets sehr geringe Hauptmenge der Magnesia (18) durch Fällung mit phosphorsaurem Natron-Ammon und Ammon. Auch hier löste ich wie bei 9 nochmals in Essigsäure, filtrirte und fällte wieder aus, um völlig gegen beigemengte phosphorsaure Thonerde geschützt zu sein.

Die in 16, 17 und 18 erhaltenen Niederschläge wurden als Chloride *) von dem rohen Chlornatrium abgezogen.

Auch bei der Harmotomanalyse wich ich von diesem Gange kaum ab, um mir nicht die Alkalibestimmung durch die Anwesenheit von Schwefelsäure zu erschweren. Ich musste natürlich bei der Fällung des Niederschlages (10) hauptsächlich kohlensaures Ammon verwenden. Ich wog dann den kohlensauren Baryt, der noch Strontian und Kalk hätte enthalten können, als solchen, löste in Salzsäure und fällte mit Schwefelsäure.

Den Niederschlag behandelte ich auf dem Filter mit kohlensaurem Ammon, wusch mit ganz verdünnter Salzsäure und Wasser und wog wieder. Da dieses Gewicht auf die als kohlensauren Baryt gewogene Menge stimmte, so war Kalk und Strontian nur in unwägbarer Menge vorhanden gewesen. Natürlich erhielt ich auch aus dem unreinen Chlornatrium noch eine kleine Menge Baryt.

Um gewiss zu sein, dass kein Chlorbaryum, das ja in Alkohol schwerlöslich ist, beim Kaliumplatinchlorid sei **), nahm ich dieses mit heissem Wasser auf und setzte Schwefelsäure zu. Da beim Harmotom kein Niederschlag entstand, so konnte ich mich um so mehr beruhigen, diese Methode auch bei den Phillipsiten angewandt zu haben.

B. Resultate der Analysen.

Da die älteren Analytiker zum Theil lufttrockene Substanz, zum Theil bei 100° getrocknete und zum Theil solche angewandt haben, die mehrere Tage im Vacuum oder über Schwefelsäure gestanden hatte, so habe ich zur leichteren Vergleichung alle meine Resultate sowohl auf lufttrocknes, als auch auf bei 100° getrocknetes Material berechnet.

1. Der Phillipsit von Aci Castello in Sicilien.

Zu Aci Castello kommen in den Hohlräumen einer doleritischen Lava neben Herschelit kugelige Aggregate von Phillipsit vor, deren nach aussen

*) Obgleich ja hierin eine kleine Ungenauigkeit liegt, denn es bilden sich auch zum Theil Oxyde, so schien mir dieses Verfahren, bei den vorliegenden kleinen Mengen immer noch zweckmässiger, als eine Trennung von Phosphorsäure und Alkalien, zu der ich durch vorheriges Ausfällen der Magnesia gezwungen worden wäre.

**) Dies kann nur vorkommen, wenn nicht hinreichend $PtCl_4$ vorhanden ist, um alles $BaCl_2$ in ein Platindoppelsalz überzuführen.

gerichtete Krystallspitzen sich deutlich erkennen, ja sogar (annähernd) messen lassen. Die Kugeln bestehen aus farblosen, durchsichtigen Krystallen, die — meist um eine trübere nicht so deutlich faserige Partie — radial gruppirt sind. Es findet jedoch ein ganz allmäliger Uebergang von den Krystallen zu dem dichteren Kerne statt.

Beim Behandeln einer kleinen Probe mit Salzsäure fand ich eine ganz geringe Kohlensäureentwicklung. Die mit Essigsäure ausgezogenen Krystalle hatten bei 19° ein specifisches Gewicht von 2,140. Bei der Zersetzung mit Salzsäure bildet die ganze Masse eine zusammenhängende Gallerte. Die spectralanalytische Prüfung eines Theilchens ergab die Anwesenheit von Natrium, Kalium und Calcium.

Bei der quantitativen Analyse erhielt ich folgende Resultate:

I. 1,8399 Gr. lufttrockne = 1,7725 Gr. bei 100° getrocknete Substanz lieferten: 0,8628 Gr. Kieselsäure, 0,3944 Gr. Thonerde, 0,0039 Gr. Eisenoxyd, 0,0669 Gr. Kalk (hierin liessen sich spectralanalytisch Baryt und Strontian nachweisen, doch konnten keine wägbaren Mengen abgeschieden werden), 0,0040 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia = 0,0014 Gr. Magnesia, 0,2540 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0490 Gr. Kali, 0,2478 Gr. Chlornatrium = 0,1313 Gr. Natron.

II. 1,3462 Gr. lufttrockne oder 1,2970 Gr. bei 100° getrocknete Substanz lieferten: 0,2872 Gr. Thonerde, 0,0014 Gr. Eisenoxyd, 0,0484 Gr. Kalk, 0,0024 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia = 0,0009 Gr. Magnesia.

III. 0,9667 Gr. lufttrockene = 0,9313 Gr. bei 100° getrocknete Substanz verloren bei Hellrothgluth 0,1767 Gr. resp. 0,1413 Gr. Wasser. Hieraus berechnet sich die procentische Zusammensetzung:

a) für lufttrockene Substanz:

	I.	II.	Mittel:
Kieselsäure	46,89	—	46,89
Thonerde	21,44	21,33	21,38
Eisenoxyd*)	0,21	0,10	0,15
Kalk	3,64	3,60	3,62
Magnesia	0,08	0,07	0,07
Kali	2,66	—	2,66
Natron	7,14	—	7,14
Wasser (III)	18,28	—	18,28
	100,34		100,19

*) Die bei allen Analysen wiederkehrende mangelhafte Uebereinstimmung des Eisens möchte ich zum Theil dem ungleichmässigen Material, das ja stets noch Spuren eisenreichen Gesteins enthielt, theils der etwas complicirten Abscheidung dieses Bestandtheiles zuschreiben, doch hielt ich bei der überhaupt so geringen Menge directe Bestimmungen in grösseren Substanzmengen für unnöthig.

b) bei 100° getrocknete Substanz:

	I.	II.	Mittel:	Sartorius v. Waltershausen*):	
Kieselsäure	48,67	—	48,67	48,53	
Thonerde	22,25	22,14	22,20	19,88	22,52
Eisenoxyd	0,22	0,11	0,16	2,64	
Kalk	3,77	3,73	3,75	2,92	
Magnesia	0,07	0,07	0,07	1,60	
Kali	2,76	—	2,76	3,82	
Natron	7,47	—	7,47	6,18	
Wasser (III)	15,17	—	15,17	14,76	
	100,38		100,25	100,33	

Hieraus folgen die Verhältnisse: $\overset{II}{R} : \overset{III}{R_2} : Si : H_2$

für lufttrockene Substanz	1,10	: 1	: 3,75	: 4,88
für bei 100° getrocknete	–	–	–	3,88
Sartorius von Waltershausen	1,07	: 1	: 3,86	: 3,91

Wie man sieht, stimmt zwar die ältere Analyse von demselben Fundorte, die ich zur Vergleichung angeführt habe, nicht sehr gut mit der meinen überein, allein von einer gänzlichen Verwerfung oder wesentlichen Berichtigung ist doch gar keine Rede; ausserdem aber muss man berücksichtigen, dass auch an sehr nahe gelegenen Fundorten die Zusammensetzung des Phillipsits manchmal ziemlich stark differirt. S. S. 19—20.

2. Der Phillipsit von Nidda in Hessen.

Diese Varietät, die ich der Güte des Herrn Professor Dr. Streng in Giessen verdanke, kommt in den Blasenräumen eines Basaltmandelsteines neben einem sehr klaren Chabasit in ziemlich grossen Krystallen vor, die sich noch besser als durch die Form, durch ihre schwach gelbliche Farbe und ihre stets faserige Structur von jenem unterscheiden und deshalb ziemlich leicht rein auszulesen sind.

Das specifische Gewicht ergab sich bei 20° zu 2,160.

Die gelblichen Krystalle gaben, zerrieben, ein rein weisses Pulver, welches beim Uebergiessen mit Salzsäure nicht brauste und sich leicht unter Abscheidung von pulveriger Kieselsäure aufschloss.

Die spectralanalytische Prüfung ergab: Natrium, Kalium und Calcium.

Bei der quantitativen Analyse bekam ich aus:

I. 1,5376 Gr. lufttrockenem = 1,5044 Gr. bei 100° getrocknetem Phillipsit: 0,7342 Gr. Kieselsäure, 0,3278 Gr. Thonerde, 0,0030 Gr. Eisenoxyd, 0,1244 Gr. Kalk (mit dem Spectralapparat konnte ich darin Spuren

*) Sartorius von Waltershausen, Die vulkanischen Gesteine in Sicilien und Island S. 264.

von Baryt und Strontian nachweisen), 0,4347 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0.0839 Gr. Kali, 0,0187 Gr. Chlornatrium = 0.0099 Gr. Natron.

II. 1,4491 Gr. lufttrockenem = 1,4178 Gr. bei 100° getrocknetem Pulver: 0,6890 Gr. Kieselsäure, 0,3070 Gr. Thonerde, 0,0014 Gr. Eisenoxyd, 0,4164 Gr. Kalk, 0,4018 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0839 Gr. Kali, 0.0173 Gr. Chlornatrium = 0,0092 Gr. Natron.

III. 0.7326 Gr. lufttrockene = 0.7168 Gr. bei 100° getrocknete Substanz ergaben einen Glühverlust von 0,1249 Gr. resp. 0,1091 Gr. Was einem Wassergehalt von 17,05% resp. 15,22% entspricht.

IV. 1.1004 Gr. lufttrockene = 1,0822 Gr. bei 100° getrocknete Substanz verloren bei Hellrothgluth 0.1834 Gr. resp. 0.1595 Gr. = 16.58 resp. 14,74% Wasser.

Zusammenstellung nach dem Procentgehalt

a) lufttrockene Substanz.

	I.	II.	Mittel	Ettling*)
Kieselsäure	47,75	47,55	47,65	48,13
Thonerde	21,32	21,19	21,26	21.41
Eisenoxyd	0,20	0,10	0,15	
Kalk	8,09	8,01	8,05	8,21
Kali	5,46	5,36	5,41	5,20
Natron	0,64	0,63	0,64	0,70
Wasser (Mittel v. III u. IV)	16,81	16,81	16,81	16,78
	100,27	99,65	99,96	100,43

b) bei 100° getrocknete Substanz

	I.	II.	Mittel.
Kieselsäure	48,80	48,60	48,70
Thonerde	21.79	21,65	21,72
Eisenoxyd	0,20	0.10	0,15
Kalk	8,27	8,19	8,23
Kali	5,58	5,47	5,52
Natron	0,65	0,65	0,65
Wasser (Mittel v. III u. IV)	14,98	14,98	14,98
	100,27	99,64	99,95

Hieraus folgen die Verhältnisse:

	R :	R_2 :	Si :	H_2
lufttrocken	1,09 :	1 :	3,84 :	4,51
bei 100° getrocknet	- :	- :	- :	3,95
Ettling	1,02 :	1 :	3,85 :	4,48.

Die schon vor längerer Zeit ausgeführte Analyse von Ettling, die

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie 1874 S. 572.

aber erst in der mehrfach erwähnten Arbeit von Streng publicirt ist, stimmt also sehr gut mit den meinigen überein.

3. Der Phillipsit von Annerode bei Giessen.

An der sogenannten Platte dicht bei Annerode findet sich neben kleinen Chabasiten in den Blasenräumen eines zersetzten Basaltmandelsteines ein Phillipsit, der in seinem äusseren Habitus mit dem von der Limburg im Kaiserstuhl (s. S. 58) ganz und gar übereinstimmt. Die kleinen Krystalle sind meist trübe und weiss, manchmal jedoch auch ganz glasglänzend und durchsichtig, dann aber auch häufig mehr oder weniger gelb gefärbt.

Herr Professor Knop in Karlsruhe, der schon vor längerer Zeit eine wenn auch nicht grosse Menge sehr schönen, klaren, etwas gelblichen Materials von dort gesammelt hatte, war so gütig dieselbe Herrn Professor Groth zum Zwecke dieser Arbeit zu überlassen.

Das specifische Gewicht der Kryställchen fand ich bei 21° zu 2,152. Mit heisser Salzsäure zeigte sich keine Spur von Kohlensäureentwicklung.

Bei spectralanalytischer Prüfung liess sich Natrium, Kalium und Calcium erkennen.

Das Material reichte nur für eine Analyse (I) aus, dieselbe ergab:

Aus 1,0010 Gr. lufttrockener = 0,9568 Gr. bei 100° getrockneter Substanz erhielt ich:

0,5177 Gr. Kieselsäure, 0,1897 Gr. Thonerde, 0,0053 Gr. Eisenoxyd, 0,0520 Gr. Kalk, 0,0205 Gr. schwefelsauren Baryt = 0,0134 Gr. Baryt, 0.0032 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia = 0,0011 Gr. Magnesia, 0,2294 Gr. Kaliumplatinchlorid entsprechend 0,0143 Gr. Kali, 0,0181 Gr. Chlornatrium = 0,0096 Gr. Natron.

0,5927 Gr. lufttrockener = 0,5665 Gr. bei 100° getrockneter Substanz enthielten 0,1007 Gr., resp. 0,0745 Gr. Wasser.

Zur Controle führte ich eine zweite Analyse aus mit Material, welches mir die Herren Professor Streng und Dr. Niess gütigst übersandt hatten. Dasselbe war ganz schneeweiss, also ziemlich trübe und musste wegen des Zusammenvorkommens mit winzigen Chabasiten ausserordentlich sorgfältig ausgesucht werden.

Die Vergleichung der einzelnen Bestimmungen lässt erkennen, dass das untersuchte Material nicht ganz identisch mit dem ersten war. Es sind deshalb auch keine Mittelwerthe berechnet worden, sondern die beiden Analysen sind ganz getrennt aufgeführt.

Bei der Analyse II bekam ich: aus 1,0069 Gr. lufttrockner = 0,9758 Gr. bei 100° getrockneter Substanz: 0,5199 Gr. Kieselsäure, 01913 Gr. Thonerde, 0,0024 Gr. Eisenoxyd, 0,0708 Gr. Kalk, 0,0005 Gr. schwefelsauren Baryt = 0.0003 Gr. Baryt, 0,0044 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia

= 0,0015 Gr. Magnesia, 0,2058 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0397 Gr. Kali, 0,0099 Gr. Chlornatrium = 0,0053 Gr. Natron.

0,4754 Gr. lufttrockener = 0,4607 Gr. bei 100° getrockneter Substanz verloren beim Erhitzen auf Hellrothgluth 0,0838 Gr. resp. 0,0691 Gr. Wasser.

Auf Procente berechnet ergeben also die beiden Analysen:

	a) lufttrockne Substanz:		b) bei 100° getrocknete Substanz:	
	I	II	I	II
Kieselsäure	51,72	51,79	54,00	53,44
Thonerde	18,95	19,00	19,83	19,60
Eisenoxyd	0,53	0,24	0,55	0,24
Kalk	5,19	7,03	5,43	7,25
Baryt	1,34	0,03	1,40	0,03
Magnesia	0,11	0,15	0,12	0,15
Kali	4,41	3,94	4,63	4,06
Natron	0,96	0,52	1,00	0,53
Wasser	16,99	17,63	13,15	15,00
	100,20	100,33	100,11	100,30

Hieraus folgen die Verhältnisse:

	$\overset{\text{II}}{R} : R_2 : Si : H_2$
lufttrockne Subst. I	1,02 : 1 : 4,62 : 5,05
- - II	0,98 : 1 : 4,65 : 5,28
bei 100° getrocknet I	1,02 : 1 : 4,62 : 3,80
- - - II	0,98 : 1 : 4,65 : 4,43

Wenn die beiden Analysen auch nicht in den einzelnen Bestandtheilen übereinstimmen und demnach keine directe gegenseitige Controle bieten, so zeigt sich doch eine gewisse Zusammengehörigkeit in dem gleichen Verhältniss von $\overset{\text{I}}{R} : \overset{\text{II}}{R_2} : Si : H_2$.

Der Phillipsit von Annerode ist schon vor längerer Zeit von Wernekink analysirt worden, hierbei wurde zuerst Kalk in einem Kreuzsteine entdeckt.

Seine anfangs*) veröffentlichte Analyse habe ich unter Ia aufgeführt, er hatte jedoch hierbei den Kaligehalt ganz übersehen und berechnete später**), als er von Gmelin hierauf aufmerksam gemacht wurde, aus seinen

*) Gilbert's Annalen der Physik **76**, 171.

) v. Leonhard, Zeitschrift für Mineralogie **19 II S. 25.

ersten Resultaten die unter Ib angeführten Zahlen; zugleich veröffentlichte er die Analyse II.

Wernekink's Analysen des Phillipsits von Annerode:

	Ia	Ib	II
Kieselsäure	53,07	51,30	48,36
Thonerde	21,31	20,56	20,00
Eisenoxyd	0,56	0,54	0,41
Kalk	6,67	6,44	5,91
Baryt	0,39	0,37	0,46
Kali	—	(6,41)	6,41
Wasser	17,09	17,09	(17,09)
	99,09	102,71	98,64.

Diese Analysen lassen sich unter einander ebenso wenig vergleichen, als mit den meinigen, sie verdienen überhaupt, wie sich aus den beiden Abhandlungen klar ergiebt, nur wenig Zutrauen.

4. Der Phillipsit von der Limburg im Kaiserstuhl in Baden.

Das ganze Material, welches ich zur Analyse verwandte, stammte aus einem Limburgitblock, den ich dicht an der Limburg bei Saspach im Kaiserstuhl fand. Es bildete daselbst die Auskleidung der Höhlungen, die sich in diesem Gesteine massenhaft finden und sonst meist Aragonit enthalten. Neben dem Phillipsit kommt auch hier sein nie fehlender Begleiter, der Chabasit vor.

Der Phillipsit sitzt in einzelnen kleinen, aber sehr schön ausgebildeten, ganz wasserhellen Krystallen auf einer weissen Decke, die aus einem Gemenge von zusammengewachsenem Phillipsit und kohlensaurem Kalk besteht.

Trotzdem ich grade bei diesem schönen Vorkommen besonders grosse Sorgfalt anwendete, gelang es mir nicht, durch blosses mechanisches Auslesen die Substanz frei von kohlensaurem Kalk zu erhalten, denn als ich einen für rein gehaltenen Theil (1,2126 Gr.) für die Analyse mit Salzsäure aufschliessen wollte, brauste er ziemlich stark auf. Ich behandelte daher einen anderen Theil desselben Pulvers mit Essigsäure und bestimmte in der Lösung Kalk und Magnesia. Diese Werthe auf Carbonate umgerechnet und zu der nach dem Trocknen wieder gewogenen ungelösten Substanz addirt ergaben wiederum die angewandte Menge unreinen Phillipsits. Dass das Mineral selbst durch die Essigsäure nicht angegriffen worden war, ging auch aus dem gänzlichen Mangel an Thonerde in der Lösung hervor.

Durch die so bestimmten *) Correcturen war es mir möglich, die direct mit Salzsäure behandelte Substanz weiter zu analysiren. Die hierbei erhaltenen Werthe habe ich — auf reinen Phillipsit berechnet — unter II aufgeführt. Zur Analyse I verwandte ich mit Essigsäure gereinigtes Material.

Die Resultate stimmen trotz der ganz verschiedenen Ausgangssubstanz so gut überein, dass man mit Sicherheit behaupten kann, dass kein verwittertes Mineral, sondern nur ein mechanisch mit kohlensaurem Kalk gemischter Phillipsit vorlag.

Da der Kieselsäuregehalt ein beträchtlich höherer war, als in allen älteren Phillipsitanalysen, so hätte man leicht vermuthen können, dass Quarz beigemengt sei, da ja auch der kohlensaure Kalk anfangs übersehen worden war. Es war zwar dieser Einwand schon dadurch im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass beide mit ungleichem Material ausgeführte Analysen fast absolut übereinstimmten. Um aber sicher zu beweisen, dass kein Quarz da sei, prüfte ich die Kieselsäure in Analyse I nicht mit Fluorammonium und Schwefelsäure auf ihre Reinheit, sondern ich kochte mit einer Lösung von kohlensaurem Natron. Da sich hierbei Alles löste, so war eine Verunreinigung durch Quarz unmöglich.

Die mit Essigsäure ausgezogenen Krystalle hatten bei 21° ein specifisches Gewicht von 2,150. Beim Aufschliessen mit Salzsäure schied sich die Kieselsäure pulvrig ab. Die Spectralanalyse ergab: Natrium, Kalium und Calcium. Bei der quantitativen Analyse fand ich folgende Werthe:

I. 0,9993 Gr. lufttrockner = 0,9573 Gr. bei 100° getrockneter Phillipsit lieferten:

0,5163 Gr. Kieselsäure, 0,1832 Gr. Thonerde, 0,0019 Gr. Eisenoxyd, 0,0576 Gr. Kalk und Baryt, 0,0138 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia = 0,0050 Gr. Magnesia, 0,2396 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0463 Gr. Kali, 0,0180 Gr. Chlornatrium = 0,0095 Gr. Natron.

II. 1,1475 Gr. lufttrockner = 1,0992 Gr. bei 100° getrockneter Phillipsit ergaben:

0,5931 Gr. Kieselsäure, 0,2066 Gr. Thonerde, 0,0034 Gr. Eisenoxyd, 0,0660 Gr. Kalk **) und Baryt, 0,0012 Gr. Magnesia **), 0,2800 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0541 Gr. Kali, 0,0201 Gr. Chlornatrium = 0,0107 Gr.

---

*) 1,1410 Gr. bei 100° getrockneter unreiner Phillipsit enthielt:

1) in Essigsäure löslich:

0,0578 Gr. Kalk	= 0,1032 Gr.	$CaCO_3$
0,0014 Gr. Magnesia	= 0,0029 Gr.	$MgCO_3$

2) in Essigsäure unlöslichen, bei 100° getrockneten, reinen Phillipsit 1,0344 Gr.

1,1405 Gr.

Die zur Analyse II verwandten 1,2126 Gr. unreinen (bei 100° getrockneten) Phillipsits enthielten also 1,0992 Gr. (bei 100° getrocknete) reine Substanz.

**) Corrigirter, nur auf reinen Phillipsit bezogener Werth.

Natron. In dem Kalk konnte ich spectralanalytisch Baryt nachweisen, allein es schien mir zu wenig um ihn in jeder Portion zu bestimmen, ich vereinigte daher die beiden Kalkniederschläge: Aus 0,1795 Gr. Kalk und Baryt, entsprechend 2,0814 Gr. lufttrocknem Phillipsit, erhielt ich 0,0123 Gr. schwefelsauren Baryt, entsprechend 0,0081 Gr. Baryt.

III. 0,4733 Gr. lufttrockner = 0,4534 Gr. bei 100° getrockneter Phillipsit enthielten 0,0862 Gr. resp. 0,0663 Gr. Wasser.

Die procentische Zusammensetzung berechnet sich hieraus zu:

a) lufttrockene Substanz:

	I	II	Mittel
Kieselsäure	51,67	51,69	51,68
Thonerde	18,33	18,00	18,17
Eisenoxyd	0,19	0,30	0,24
Kalk	5,37	5,36	5,37
Baryt	(0,39	0,39)	0,39
Magnesia	0,50*)	0,10	0,30
Kali	4,63	4,71	4,67
Natron	0,95	0,93	0,94
Wasser (III)	18,21	18,21	18,21
	100,24	99,69	99,97

b) bei 100° getrocknete Substanz:

	I	II	Mittel
Kieselsäure	53,93	53,96	53,94
Thonerde	19,14	18,80	18,97
Eisenoxyd	0,20	0,31	0,26
Kalk	5,61	5,59	5,60
Baryt	(0,41	0,41)	0,41
Magnesia	0,52	0,11	0,31
Kali	4,84	4,92	4,88
Natron	0,99	0,97	0,98
Wasser (III)	14,62	14,62	14,62
	100,26	99,69	99,97

Hieraus ergiebt sich das Verhältniss:

	$\dot{R}$	:	R_2	:	Si	:	H_2
a) lufttrocken	0,95	:	1	:	4,84	:	5,67
b) bei 100° getrocknet	–	:	–	:	–	:	4,37

Eine ältere Analyse von diesem Fundorte existirt nicht.

*) Da das zur Analyse I verwandte Material mit ziemlich viel Carbonaten verunreinigt war, so kann der hohe Magnesiagehalt vielleicht einer kleinen Menge kohlensaurer Magnesia zugeschrieben werden, die der Auflösung in Essigsäure entgangen war.

5. Der Harmotom von Oberstein.

Obgleich die Harmotomanalysen unter einander nur in geringem Masse differiren, so wollte ich mich doch mindestens an einem Vorkommen überzeugen, dass die allgemein angenommene Zusammensetzung des Harmotoms richtig sei und wählte dazu den bis jetzt erst einmal analysirten Harmotom aus dem Idarthale bei Oberstein an der Nahe.

Die klaren, etwa 4 mm grossen Krystalle von der gewöhnlichen Ausbildung waren auf einem grossen Kalkspathkrystall (der sich in der Strassburger Universitäts-Mineraliensammlung befindet) aufgewachsen und liessen sich von demselben leicht ablösen. Die Vierlinge zeigten jedoch fast immer in der Richtung der Zwillingsgrenzen Risse, die mit einer röthlichen oder grünlichen Masse erfüllt waren. Diese konnten nur durch Zertheilen der einzelnen Krystalle und Abkratzen entfernt werden. Nach dem Behandeln mit Essigsäure erschien der Harmotom völlig farblos und hatte ein specifisches Gewicht von 2,402 bei 21°.

Spectralanalytisch liess sich Natrium, Kalium und Baryum erkennen.

Bei der quantitativen Analyse erhielt ich aus:

I. 1,0522 Gr. lufttrocknem = 1,0298 Gr. bei 100° getrocknetem Harmotom: 0,4990 Gr. Kieselsäure, 0,1662 Gr. Thonerde, 0,0009 Gr. Eisenoxyd, 0,3042 Gr. schwefelsauren Baryt = 0,1997 Gr. Baryt (hierin liessen sich spectralanalytisch Spuren von Strontian und Kalk nachweisen, es gelang mir jedoch nicht, wägbare Mengen zu isoliren), 0,0038 Gr. pyrophosphorsaure Magnesia = 0,0014 Gr. Magnesia, 0,0267 Gr. Kaliumplatinchlorid = 0,0051 Gr. Kali, 0,0339 Gr. Chlornatrium = 0,0180 Natron.

II. 0,5668 Gr. lufttrockne = 0,5547 Gr. bei 100° getrocknete Substanz enthielten 0,0858 Gr. resp. 0,0737 Gr. Wasser.

Die procentische Zusammensetzung ist demnach:

	lufttrocken	bei 100° getrocknet	Köhler
Kieselsäure	47,42	48,46	46,65
Thonerde	15,80	16,14	16,54
Eisenoxyd	0,09	0,09	
Kalk	Spur	Spur	1,10
Baryt	18,98	19,39	19,12
Magnesia	0,13	0,14	—
Kali	0,48	0,50	1,10
Natron	1,71	1,75	—
Wasser	15,14	13,29	15,25
	99,75	99,76	99,76

Hieraus folgt das Verhältniss:

	$\overset{II}{R}$:	$\overset{III}{R_2}$:	Si :	H_2
lufttrocken	1,03 :	1 :	5,13 :	5,47
bei 100° getrocknet	– :	– :	– :	4,71
Köhler	0,98 :	1 :	4,8 :	5,23

Die Uebereinstimmung mit Köhler's*) Analyse, wenigstens in Bezug auf den Kieselsäuregehalt wird noch etwas besser, wenn man berücksichtigt, dass der Kalk nach der Ansicht von Köhler selbst wahrscheinlich nur Verunreinigung ist. Ausserdem aber zeigt die Vergleichung der Analysen Köhler's mit denen, die andere Forscher an denselben Fundorten gemacht haben, stets bei Köhler einen höheren Thonerde- und einen niedrigeren Kieselsäurewerth, was wohl in der Methode seinen Grund haben dürfte.

6. Vergleichende Zusammenstellung meiner Analysen.

a. auf lufttrockne Substanz bezogen.

	Phillipsit von					Harmotom von Oberstein
	Aci Castello	Nidda	Annerode I	Annerode II	derLimburg	
Kieselsäure	46,89	47,65	51,72	51,79	51,68	47,42
Thonerde	21,38	21,26	18,95	19,00	18,17	15,80
Eisenoxyd	0,15	0,15	0,53	0,24	0,24	0,09
Kalk	3,62	8,05	5,19	7,03	5,36	Spur
Baryt	Spur	Spur	1,34	0,03	0,39	18,98
Magnesia	0,07	—	0,11	0,15	0,30	0,13
Kali	2,66	5,41	4,41	3,94	4,67	0,48
Natron	7,14	0,64	0,96	0,52	0,94	1,71
Wasser	18,28	16,81	16,99	17,63	18,21	15,14
	100,19	99,96	100,20	100,33	99,96	99,75
$\dot{R} : R_2 : Si : H_2$	1,10:1:3,75:4,88	1,09:1:3,84:4,51	1,02:1:4,62:5,05	0,98:1:4,65:5,28	0,95:1:4,84:5,67	1,03:1:5,13:5,17
spec. Gewicht	2,140	2,160	1,152		2,150	2,402

b. auf bei 100° getrocknete Substanz bezogen.

	Phillipsit von					Harmotom von Oberstein
	Aci Castello	Nidda	Annerode I	Annerode II	derLimburg	
Kieselsäure	48,67	48,70	54,00	53,44	53,94	48,46
Thonerde	22,20	21,72	19,83	19,60	18,97	16,14
Eisenoxyd	0,16	0,15	0,55	0,24	0,26	0,09
Kalk	3,75	8,23	5,43	7,25	5,60	Spur
Baryt	Spur	Spur	1,40	0,03	0,41	19,39
Magnesia	0,07	—	0,12	0,15	0,31	0,14
Kali	2,76	5,52	4,63	4,06	4,88	0,50
Natron	7,47	0,65	1,00	0,53	0,98	1,75
Wasser	15,17	14,98	13,15	15,00	14,62	13,29
	100,25	99,95	100,11	100,30	99,97	99,76
$\dot{R} : R_2 : Si : H_2$	1,10:1:3,75:3,88	1,09:1:3,84:3,95	1,02:1:4,62:3,80	0,98:1:4,65:4,43	0,95:1:4,84:4,37	1,03:1:5,13:4,71

*) Poggendorffs Annalen **37**. 561.

7. Versuche über den Wassergehalt bei verschiedenen Temperaturen.

Auf Grund der Arbeit Damour's*) über den Wassergehalt der Zeolithe hat Rammelsberg**) bei einer ganzen Reihe dieser Mineralien — darunter auch beim Harmotom — einen Theil des Wassers als fester gebunden, und somit dessen Wasserstoff als Metalle vertretend angenommen.

Um ein selbständiges Urtheil über diese Verhältnisse, speciell beim Phillipsit zu gewinnen, musste ich eigene Bestimmungen des Wasserverlustes bei verschiedenen Temperaturen ausführen und zwar um so mehr, als die Damour'schen Angaben sich — wie er selbst angibt — auf verunreinigtes Material beziehen, also keinenfalls ganz richtig sein können. Ich verband diese Versuche mit der Gesammtwasserbestimmung (für Temperaturen bis zu 100° benutzte ich auch die zur Hauptanalyse bestimmten Substanzmengen), indem ich das gepulverte Mineral in einem flachen, mit einem Deckel verschliessbaren Platinschälchen im Wasser- oder Luftbade erwärmte und nach dem Wägen wieder der freien Luft aussetzte; schliesslich erhitzte ich direct über der Lampe zur dunklen, und dann zur hellen Rothgluth. Den Temperaturgrad, bei welchem der Phillipsit seine Klarheit und Gestalt verliert, bestimmte ich besonders mit einigen Krystallen jedes Vorkommens.

Ich bemerkte jedoch sehr bald, dass meine Versuche weder unter einander gut übereinstimmten, noch mit den Angaben Damour's in irgend eine Beziehung zu bringen waren. Da sich aber für alle Zeolithe, bei denen von verschiedenen Forschern derartige Bestimmungen ausgeführt worden sind, dieselben grossen Differenzen***) ergeben haben, so muss die Ursache hierfür eine gemeinsame sein. Ich glaube dieselbe darin suchen zu dürfen, dass die verschiedenen Resultate nach etwas abweichenden Methoden erhalten worden sind. Denn einestheils wäre es sonst kaum begreiflich, dass gerade Damour immer die höheren Werthe gefunden hat, anderntheils habe ich bei dem Phillipsit stets ein Schwanken des Gewichtes bei den kleinsten Schwankungen der Temperatur und des Feuchtigkeitszustandes der Luft beobachtet; und es erscheint mir nach Damour's Angaben unzweifelhaft, dass sich diese Verhältnisse durchgängig bei allen Zeolithen finden.

Ehe man daher bei derartigen Bestimmungen vergleichbare Resultate erhalten kann, muss mindestens an einem dieser Mineralien der Einfluss der äusseren Umstände genauer studirt werden. Zu einer solchen Unter-

---

*) Annales de chimie et de physique, Serie III, Bd. 53. S. 438.

**) Handbuch der Mineralchemie 2. Auflage.

***) S. Rammelsberg, Handbuch d. Mineralchemie 2. Auflage bei Stilbit, Harmotom, Chabasit (vgl. auch die unten angeführte Arbeit von Streng), Mesotyp.

suchung am Phillipsit standen mir aber die nöthigen Mengen reinen Materials nicht zur Verfügung und ich begnügte mich daher nachzuweisen, dass bei den verschiedensten Temperaturen kleine Schwankungen dieser stets merkliche Wägungsdifferenzen bewirken, und dass sich kein grösseres Temperaturintervall findet, in welchem der Wassergehalt constant bleibt.

Bei dem immerhin doch nur relativen Werth dieser Beobachtungen erschien es mir unnöthig, mit Material von jedem Vorkommen bei allen Temperaturen Bestimmungen auszuführen. Ich fand, dass immer schon durch einstündiges Erhitzen ein Punkt erreicht wird, um den herum das Gewicht schwankt, wenn man die Substanz noch länger auf derselben Temperatur erhält. An der Luft zog das noch nicht geglühte Pulver in 6—48 Stunden immer alles Wasser wieder an und zwar einen Theil so schnell, dass ich schon während des Wägens die Zunahme deutlich bemerken konnte. Selbst bei dem zur dunklen Rothgluth erhitzten Mineral beobachtete ich meist eine wenn auch nur geringe Wasseraufnahme beim Stehen an der Luft.

Ich gebe im Folgenden eine Uebersicht meiner Resultate.

I. Anführung zweier Wägungsreihen von circa 20—100°.

Phillipsit von

Nidda		der Limburg im Kaiserstuhl		
20°	1,5376	20°	0,6007	nach 12 St. an der Luft:
45°	1,5284		0,5907	
	1,5284	40—	0,5939	
50°	1,5275	50°	0,5899	
	1,5269		0,5939	0,6003
	1,5256	50°	0,5919	
	1,5257		0,5903	
	1,5256		0,5901	0,5999
60°	1,5224	60°	0,5883	
	1,5216		0,5853	
80°	1,5137		0,5859	
	1,5111		0,5860	0,6001
	1,5116	80°	0,5827	
	1,5109		0,5807	
100°	1,5078		0,5846	
	1,5074		0,5825	0,6007
	1,5073	100°	0,5742	
	1,5076		0,5740	0,6005

II. Vergleichende Zusammenstellung aller Versuche.

In der folgenden Tabelle habe ich als einzig gleichbleibenden Rechnungswerth die wasserfreie Substanz zu Grunde gelegt. Jede Zahl entspricht dem Mittel der Wägungen mit einer Substanzmenge. Für alle

Fälle, wo ich nicht mit dem gleichen Material auch den Gesammtwasserverlust bestimmte, habe ich den Wassergehalt bei 100° zur Berechnung mit herangezogen. Bei allen Temperaturen habe ich Schwankungen wie in I beobachtet:

An ein Gramm wasserfreie Substanz sind gebunden Gramm Wasser

	im Phillipsit von										im Harmotom von	
bei	Aci Castello	Diff. für 100° in Milligr.	Nidda	Diff. für 100° in Milligr.	Annerode I	Diff. für 100° in Milligr.	Annerode II	Diff. für 100° in Milligr.	Kaiserstuhl	Diff. für 100° in Milligr.	Oberstein	Diff. für 100° in Milligr.
etwa 20°	0,2260 0,2183 0,2197	5,6	0,1997 0,2077 0,2020 0,2064	4,1	0,2042 0,2049		0,2153		0,2187 0,2234 0,2218 0,2252	3,5	0,1806 0,1771 0,1783	1,9
50°	0,2044		0,1903 0,1931	3,9		6,6		4,7	0,2048	5,5	0,1731	
80°		5,1	0,1799	1,9					0,1883	8,5		4,0
100°	0,1788		0,1793 0,1729		0,1514		0,1777		0,1712		0,1532	
150°	0,1194	1,18	0,1452	6,2		8,1		10,1		9,4		9,3
190°					0,0787		0,0868		0,0867		0,0697	
260°	0,0645	5,0	0,0756	6,3								
dunkler Rothgluth	0,0095		0,0033		0,0059		0,0027		0,0159		0,0011	

III.

Bei etwa 150° fangen alle Phillipsite an trübe zu werden und zu zerfallen (ich fand den Punkt also grade 100° höher als ihn Damour angibt). Damit haben sie aber die Fähigkeit noch nicht verloren, das Wasser wieder aufzunehmen.

Aus diesen Beobachtungen lassen sich bestimmte Gesetzmässigkeiten wenigstens bis jetzt noch nicht ableiten, nur das scheint mir daraus ziemlich sicher hervorzugehen, dass der Wassergehalt beim Steigen der Temperatur stetig*) abnimmt, beim Sinken derselben stetig wächst, und dass sich bei jeder Temperatur ziemlich rasch das constante, nur ihr entsprechende Verhältniss von Wasser und wasserfreier Substanz herstellt.

*) Vielleicht ist bei dem Punkte, wo der Phillipsit trübe wird, eine sprungweise Aenderung; s. die Differenzspalten obiger Tabelle.

Sehr wahrscheinlich existirt auch in gleicher Weise eine Abhängigkeit von dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

Bei diesem merkwürdigen Verhalten erscheint es nun auch ganz natürlich, dass bei fast allen Zeolithen der Krystallwassergehalt bei gewöhnlicher Temperatur nicht genau in einem einfachen Molecularverhältniss zur wasserfreien Substanz steht.

Die von Rammelsberg angenommene Vertretung von Metall durch Wasserstoff bei vielen Zeolithen erscheint bei der grossen Unsicherheit auf diesem ganzen Gebiete vor der Hand noch sehr zweifelhaft*) und zwar um so mehr, als sich voraussichtlich für viele Schwierigkeiten, zu deren Beseitigung die Annahme gemacht wurde, eine andere Erklärung finden wird, wie weiterhin gezeigt werden soll.

C. Schlussbetrachtung.

Im ersten Theile dieser Arbeit ist die krystallographische Uebereinstimmung aller Kreuzsteine nachgewiesen worden, und ebenso ergeben sich aus den Analysen des Phillipsits von Annerode und von der Limburg im Kaiserstuhl Formeln, die der des Harmotoms völlig analog sind. Somit ist der Isomorphismus von Kalk- und Barytharmotom vollständig bewiesen und die Frage, welche diese ganze Arbeit direct veranlasste, gelöst.

Dagegen hat sich die von Manchen ausgesprochene Erwartung, es würde sich eine gemeinschaftliche Phillipsitformel finden lassen, nicht erfüllt, sondern die in den älteren Analysen vorhandenen Differenzen sind auch durch meine Resultate vollkommen bestätigt worden.

Man muss demnach entweder annehmen, dass man es mit wenigstens 3 ganz verschiedenen Mineralien zu thun hat, die rein zufällig in allen krystallographischen Eigenschaften übereinstimmen, oder man muss die Phillipsite als Mischungen zweier ungleich zusammengesetzter Verbindungen betrachten.

Der einzige frühere Versuch, in dieser letzten Art eine Beziehung zum Harmotom zu finden, war die Bemerkung Köhler's**), dass durch Zusammenkrystallisiren von 1 Molecül Phillipsit (etwa wie der von Nidda) mit 3 Molecülen Desmin eine dem Harmotom ganz entsprechende Kalkverbindung entstehen würde.

Diese sonst unbeachtet gebliebene Andeutung veranlasste mich, auch den Desmin gleichsam als kieselsäurereichste Phillipsitvarietät mit in den Kreis der nachfolgenden Betrachtung zu ziehen. Trotz der sich dabei ergebenden chemischen Beziehungen und der unverkennbaren Aehnlichkeit in

*) Vergl. auch Streng »Ueber den Chabasit«. 16. Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde 1877 S. 113. Zeitschr. f. Kryst. u. Min. **1**, 519.

**) a. a. O.

der äusseren Form und den Winkeln konnte ich jedoch die beiden Mineralien nicht für isomorph (resp. identisch) erklären, da der Desmin bisher ganz allgemein für rhombisch galt. Durch eine soeben erschienene Arbeit von Lasaulx*) ist aber nun auch für den Desmin das monokline System bewiesen und seine krystallographische Analogie mit dem Phillipsit und Harmotom gezeigt worden, so dass nun einer Vereinigung der beiden Mineralien nichts mehr im Wege steht.

Die verschiedenen Varietäten des Phillipsits und Desmins zeigen nun folgende chemische Beziehungen:

Betrachtet man zunächst die wasserfreie Substanz, so erkennt man, dass das Verhältniss von $R : R_2$ constant $= 1 : 1$ ist und dass nur der Kieselsäuregehalt schwankt.

Man kann daher alle Phillipsite und Desmine auffassen als entstanden durch Mischung zweier verschieden zusammengesetzter Endglieder. Es wäre dann in jedem Falle die wasserfreie Substanz ausgedrückt durch die Formel:

$$x\ (RO,\ R_2\ O_3,\ a\ Si\ O_2) + y\ (RO,\ R_2\ O_3,\ b\ Si\ O_2).$$

Es ist dies genau dasselbe Verhältniss, wie wir es zwischen den verschiedenen Feldspäthen und Chabasiten**) haben. —

In diesen beiden einzigen Fällen, wo man bis jetzt einen Isomorphismus***) zweier ungleicher Gruppen allgemein annimmt, hat man nun versucht, wenigstens noch eine gewisse chemische Analogie der Endglieder aufzufinden.

Wenn ich auch nicht glaube, dass man in den bis jetzt angenommenen Vertretungen eine wirkliche Erklärung des thatsächlich vorhandenen Isomorphismus sehen darf, so scheint es mir doch von Interesse, zu betrachten, in wie weit sich diese Anschauungen auf unseren Fall übertragen lassen.

Bei dem Feldspath ist die wohl am allgemeinsten angenommene Theorie die von Tschermak†) aufgestellte, nach welcher alle triklinen Feldspäthe Mischungen von Albit und Anorthit sind. Um eine Analogie zu erhalten, verdoppelt Tschermak die einfachste Anorthitformel und schreibt:

Albit: $Na_2\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16}$
Anorthit: $Ca_2\ Al_2\ Al_2\ Si_4\ O_{16}$.

---

*) Zeitschrift f. Kryst. u. Min. **2**, 576.

**) Streng, über den Chabasit a. a. O.

***) D. h. gleiche Krystallgestalt und das Vermögen in beliebigen Mischungen zusammen zu krystallisiren.

†) Sitzungsberichte d. k. Akademie der Wissenschaften zu Wien, mathematisch naturwissenschaftliche Classe. Bd. 50. Abth. 1. 1864. S. 566.

Es vertreten sich dann einerseits Na_2 und Ca_2 und andererseits Al_2 und Si_2 isomorph.

Eine derartige Auffassung ist bei den Phillipsiten ganz unmöglich, wie man schon z. B. aus der Vergleichung meiner Analysen der Varietäten von Aci Castello und von Nidda ersieht: dieselben zeigen bei fast gleichem Kieselsäuregehalt ein ausserordentlich verschiedenes Verhältniss von Kalk zu Natron.

Gegen die Tschermak'sche Ansicht hat Streng*) einige nicht unbegründete Einwürfe gemacht, indem er zeigte, dass eine ziemliche Anzahl von guten Feldspathanalysen sich nicht durch Mischung der oben angegebenen Endglieder erklären lassen, sondern im Verhältniss zum Kieselsäuregehalt zu viel oder zu wenig Alkali ergeben. Ausserdem hebt er hervor, dass sich bei Tschermak zwar eine gleiche Anzahl von Atomen vertreten, dass dieselben aber einander nicht aequivalent seien.

Er stellt dagegen die Ansicht auf, die Endglieder seien entsprechend

$$\text{Albit} \quad = \overset{\text{II}}{R}\, Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16}$$

$$\text{Anorthit} \quad = \overset{\text{II}}{R}\, Al_2\, \overset{\text{I}}{R} Al_2\ Si_4\ O_{16}$$

Auch hier ist also die Molecularformel des Anorthits eben so gross wie bei Tschermak, R bedeutet hier eine beliebige Mischung von Ca und Na_2 und es vertreten sich isomorph die 8werthigen Gruppen $\overset{\text{I}}{R} Al_2$ und Si_2.

Diese letztere Vertretung passt nun auch auf die wasserfreie Chabasit- und ebenso auf die wasserfreie Phillipsit- und Desminsubstanz und man kann daher annehmen,

dass die Endglieder in allen drei Fällen dieselben sind, und der Grund ihres Isomorphismus der gleiche ist.

Diese Ansicht findet ihre völlige Bestätigung, wenn man nun auch noch das Krystallwasser berücksichtigt, denn trotz der oben angeführten Schwankungen mit der Temperatur lässt sich doch beim Chabasit und in gleicher Weise auch beim Phillipsit und Desmin ein Steigen des Wassergehaltes mit zunehmender Kieselsäure gar nicht verkennen, und zwar findet man in jedem einzelnen Falle sehr nahezu für den lufttrocknen Chabasit die Formel:

$$x\ (R\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16} + 8\ H_2\ O) + y\ (R\ Al_2\ \overset{\text{I}}{R}\ Al_2\ Si_4\ O_{16} + 8 H_2\ O)$$

und für den lufttrocknen Phillipsit und Desmin:

$$x\ (R\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16} + 6\ H_2\ O) + y\ (R\ Al_2\ \overset{\text{I}}{R}\ Al_2\ Si_4\ O_{16} + 6\ H_2\ O).$$

Wir haben also zu der Mischungsreihe der wasserfreien Substanzen, den Feldspäthen, eine parallele Reihe mit 6 *aq.* in den Phillipsiten und Desminen und eine gleiche mit 8 *aq.* in den Chabasiten.

*) Jahrbuch für Mineralogie 1865 S. 426 u. 1871 S. 597.

In dieser Analogie darf man wohl mit Recht einen Beweis dafür sehen, dass dem Anorthit wirklich nicht die einfachste, sondern die doppelt so grosse Molecularformel zukommt.

In der folgenden Tabelle (a. S. 32 u. 33) habe ich nach Rammelsberg's Handbuch der Mineralchemie die Phillipsit- und Desminanalysen zusammengestellt, um das constante Verhältniss von $\overset{II}{R} : \overset{III}{R_2}$ und das allmähliche Zunehmen von Si und damit parallel von $H_2 O$ zu zeigen.

Um diese letzte Beziehung klarer hervortreten zu lassen, habe ich den Wassergehalt in 3 Rubriken: »lufttrocken«, »über Schwefelsäure oder im Vacuum« und »bei 100° getrocknet« aufgeführt. Wo die Beschaffenheit der Analysensubstanz nicht angegeben war, habe ich den Werth mit (?) eingeordnet.

Wie man sieht, bilden die kieselsäurereichsten Desmine*) das eine Endglied, welches dem Albit entsprechen würde, das andere Endglied »Anorthitsubstanz + 6 *aq*« kennen wir bis jetzt nicht; möglicherweise dürfte sich unter den verschiedenen als Gismondin bezeichneten Mineralien noch ein entsprechendes Glied — das natürlich auch krystallographisch stimmen müsste — finden lassen.

Wenn man es versuchen wird, den zuerst von Sartorius von Waltershausen**) aufgestellten und dann besonders von Tschermak und Streng ausgebildeten Begriff des »Gruppenisomorphismus« noch anderweitig zur Erklärung ähnlicher Fragen heranzuziehen, so ist es sehr wahrscheinlich, dass sich noch mancherlei einfache Beziehungen ergeben werden.

Vor Allem glaube ich, dass sich bei den Zeolithen, die man ja schon lange als Hydrate der Feldspathsubstanz auffasste, viele den oben betrachteten analoge Fälle finden lassen. Die ganze Gruppe würde dann in eine verhältnissmässig kleine Anzahl solcher Mischungsreihen zerfallen, von denen jeder ein anderer Wassergehalt und eine andere Krystallform zukäme. Auf diese Weise würde sich dann auch leicht die scheinbar complicirte Zusammensetzung mancher von diesen Mineralien erklären, und in diesen Fällen würde dann die Rammelsberg'sche Annahme von basischem Wasser unnöthig werden, ja sich sogar meistens als unwahrscheinlich erweisen lassen.

---

*) Es ist hierbei angenommen, dass die beiden letzten Analysen einen etwas zu niedrigen Thonerdegehalt angeben, was auch insofern nicht unwahrscheinlich ist, als die andern Bestandtheile $\overset{II}{R} : Si : H_2$ sehr nahe dem Verhältniss 1 : 6 : 6 entsprechen, das dem Endgliede zukäme, und das, wie man sieht, in einer ziemlichen Anzahl von Fällen verwirklicht ist.

**) Die vulkanischen Gesteine von »Sicilien und Island«. In diesem Werke hat Sartorius von Waltershausen seine Theorien gerade an den Feldspäthen und Zeolithen, besonders dem Desmin, entwickelt und schon Ansichten, die den hier angegebenen sehr ähnlich sind, ausgesprochen.

Bei einer Bearbeitung der ganzen Zeolithgruppe von diesem Gesichtspunkte aus läge allerdings die Gefahr nahe, dass man zu Vieles vereinigte, denn es haben fast alle Zeolithe die Zusammensetzung

$$\overset{II}{R}\,O,\ \overset{III}{R}_2\,O_3,\ x\ SiO_2 + y\ aq.$$

In diesen Fällen müsste man dann nur nach krystallographischen Unterschieden und — mit der nöthigen Vorsicht — nach dem Wassergehalt und seinen Aenderungen mit der Temperatur eintheilen.

Zusammenstell
von Phillipsit und Des

No.	Fundorte	Analytiker
1	Phillipsit*) von Capo di Bove	Marignac
2	- *) vom Vesuv	Marignac
3	- von Richmond, Victoria	Pittmann
4	- - Habichtswald bei Kassel	Köhler
5	- - Dyrefjord Island	Damour
6	- - Aci Castello Sicilien	Fresenius
7	- - Nidda in Hessen	Fresenius
8	- - Nidda in Hessen	Ettling
9	- - Palagonia Sicilien	Sartorius von Waltersh
10	- - Aci Castello Sicilien	Sartorius von Waltersh
11	- - Riesenweg Irland	Connel
12	- - Stempel bei Marburg	Genth
13	- - Annerode I	Fresenius
14	- - Annerode II	Fresenius
15	- - der Limburg im Kaiserstuhl	Fresenius
16	Desmin von Niederkirchen, Rheinbayern	Riegel
17	- - Rienthal Uri	Leonhard
18	- - Faröer Vaagöe	Schmid
19	Puflerit von der Seisser Alp Tyrol	Buckeisen
20	Desmin von Andreasberg	Kerl
21	- - Faröer Stromöe	Schmid
22	- - Faröer	Moss
23	- - Ilmengebirge	Hermann
24	- - Barbrogrube Norwegen	Sjögren
25	- - Gustafsberg Jemtland	Sjögren
26	- - der Seisser Alp Tyrol	Petersen
27	- - Port Glasgow	Freese
28	- - Christiania	Münster
29	- - Berufjord Island	Weber

*) Bei Rammelsberg als Zeagonit aufgeführt.

Zum Schlusse will ich noch einige Erscheinungen beim Chabasit und Phillipsit erwähnen, die darauf hinzudeuten scheinen, dass sich beide Mineralien häufig aus derselben Lösung unter nur wenig geänderten Umständen ausgeschieden haben, was ein weiterer Beleg dafür sein würde, dass wir hier wirklich dieselbe Substanz nur mit verschiedenem Krystallwassergehalt vor uns haben.

Die Phillipsite kommen fast stets mit Chabasiten zusammen vor und zwar zeigt sich dabei in den wenigen Fällen, wo man bis jetzt vergleichen kann, eine gewisse Analogie der Zusammensetzung.

der Analysen
nach steigendem Kieselsäuregehalt.

$\overset{II}{R}$:	$\overset{III}{R_2}$:	Si :	H_2		
			lufttrocken	über H_2SO_4 od. im Vacuum	bei 100° getrocknet
0,99	1	3,00		3,53	
0,90	1	3,10		3,60	
1,01	1	3,39			3,58 (?)
0,75 *)	1	3,55	4,31		
0,91	1	3,72		4,03	
1,10	1	3,75	4,88		3,88
1,09	1	3,84	4,51		3,85
1,02	1	3,85	4,48 (?)		
1,02	1	3,85			3,87
1,07	1	3,86			3,91
1,08	1	3,86		4,27 (?)	
0,97	1	3,93	4,52 (?)		
1,02	1	4,62	5,05		3,80
0,98	1	4,65	5,28		4,43
0,95	1	4,84	5,67		4,37
0,90	1	5,02			4,80 (?)
0,80	1	5,17			5,26 (?)
0,98	1	5,48			5,63
1,17	1	5,56	6,02 (?)		
0,86	1	5,85			5,66 (?)
1,00	1	5,91			5,98
1,00	1	5,94	6,18 (?)		
0,97	1	5,95	6,25 (?)		
0,93	1	6,05			5,71
0,99	1	6,05			5,83
1,11	1	6,11	6,66 (?)		
1,03	1	6,13		6,28 (?)	
1,14	1	6,39			6,19 (?)
1,12	1	6,67		6,78 (?)	

*) Trübe, also wohl etwas zersetzt, daher zu wenig Alkali.

Es findet sich nämlich an derselben Stelle mit einem kieselsäurearmen Phillipsit auch ein kieselsäurearmer Chabasit und ebenso nimmt der Kieselsäuregehalt gleichmässig zu. Auch in dem Verhältniss der Alkalien zum Kalk scheint sich diese Beziehung zu wiederholen.

Die folgende Tabelle gibt eine Uebersicht dieser Verhältnisse in den 4 Fällen, wo sicher Material von demselben Fundorte analysirt worden ist.

	Phillipsit			Chabasit		
Fundort	Analytiker	$\overset{III}{R_2} : Si$	$\overset{II}{R} : \overset{I}{R_2}$	Analytiker	$\overset{III}{R_2} : Si$	$\overset{II}{R} : \overset{I}{R_2}$
Victoria	Pittmann	1 : 3,39	1 : 1,88	Pittmann	1 : 3,48 1 : 3,56 1 : 3,64	1 : 1,28 1 : 1,32 1 : 1,29
Nidda	Fresenius	1 : 3,84	1 : 0,80	Burkhardt und Hammerschlag	1 : 3,85	1 : 0,002
Aci Castello	Fresenius Sart. v. Walt.	1 : 3,75 1 : 3,86	1 : 1,63 1 : 2,54	Sartorius von Waltershausen	1 : 3,97	1 : 2,02
Annerode	Fresenius I II	1 : 4,62 1 : 4,65	1 : 0,62 1 : 0,39	Burkhardt und Hammerschlag	1 : 4,4	1 : 0,63

Man kann jedoch erst bei einer grösseren Vergleichungsreihe entscheiden, ob diesem Zusammentreffen wirklich eine Gesetzmässigkeit zu Grunde liegt, oder ob es auf einem Zufall beruht.

Auch in dem Umstande, dass beide Mineralien stets in Zwillingen vorkommen, deren Bildung bei der Aehnlichkeit der Substanz wohl auf dieselben Ursachen zurückgeführt werden darf, könnte man vielleicht eine weitere Stütze für die Ansicht finden, dass sich beide aus einer Lösung abgeschieden haben.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.